

1 – ФГБОУ ВО
«Воронежский
государственный
университет», 394006,
Россия, г. Воронеж,
Университетская пл., 1

1 – Voronezh State
University, 1,
University Square, Voronezh,
394006, Russia

* адресат для переписки:
E-mail: trineevaov@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА СЫРЬЯ И МАСЛЯНОГО ЭКСТРАКТА ЛИСТЬЕВ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ

О.В. Тринеева^{1*}, А.И. Сливкин¹

Резюме. Исследованы спектральные характеристики листьев и масляного экстракта крапивы двудомной в различных растворителях. Выявлены характеристические полосы поглощения, обусловленные присутствием каротиноидов и хлорофиллов. Методом спектрофотометрии определено содержание изучаемых пигментов в листьях крапивы двудомной и масляном экстракте. Методом двумерной ТСХ проведено разделение пигментов исследуемых объектов. Выявлены общие характеристические зоны, обнаруженные как на хроматограммах сырья, так и на хроматограммах масляного экстракта. Хроматографический профиль пигментов каждого вида сырья и масляного экстракта, полученного на его основе, имеет неодинаковый вид, что можно использовать в целях их стандартизации, используя метод «отпечатков пальцев» биологически активных веществ на хроматограммах. Содержание изучаемых биологически активных веществ в масляном экстракте на два порядка ниже по сравнению с листьями, что может быть связано с особенностями экстракции данных пигментов жирными растительными маслами. Проведен выбор наилучшего типа пластин для разделения пигментов листьев и масляного экстракта крапивы двудомной в тонком слое.

Ключевые слова: листья крапивы двудомной, масляный экстракт, пигментный состав, сравнительный анализ, «отпечатки пальцев», хроматографический профиль.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF PIGMENT COMPOSITION FROM RAW MATERIALS AND OIL EXTRACT OF NETTLE LEAVES

O.V. Trineeva^{1*}, A.I. Slivkin¹

Abstract. Spectral characteristics of leaves and oil extract of a nettle by a two-blast furnace in various solvents are investigated. The characteristic strips of absorption caused by presence carotenoids and chlorophylls are revealed. The method of spectrophotometry certain a content of studied pigments in leaves of a nettle by a two-blast furnace and an oil extract. The method bidimensional TLC leads division of pigments of investigated objects. The general characteristic zones detected as on the chromatograms of raw material, and an oil extract are revealed. Chromatographic profiles of pigments of each type of raw material and the oil extract received on its basis, has a unequal appearance that it is possible to use with a view of their standardization, using a method of «prints of fingers» biologically active substances on the chromatograms. Content of studied biologically active substances in an oil extract on two orders below in comparison with leaves that is maybe connected with features of allocation the given pigments fat vegetable oils. The choice of the best type of plates for division of pigments of leaves and an oil extract of a nettle by a two-blast furnace in a thin layer is lead.

Keywords: leaves of a nettle a two-blast furnace, an oil extract, structure of pigments, the comparative analysis, «prints of fingers», chromatographic profiles.

ВВЕДЕНИЕ

Содержание некоторых пигментов в составе растений зачастую определяет их фармакологическую активность. Так, хлорофилл, например, обладает противомикробными свойствами, регулирует работу сердца, нервно-мышечного аппарата, дыхательной системы. Каротиноиды способствуют нормализации обмена веществ, обладают антиоксидантным, иммуномодулирующим, противоопухолевым действием, а также некоторые представители проявляют А-витаминную активность [1]. Производные хлорофилла широко используются в качестве биологически активных добавок и красителей в пищевой и парфюмерно-косметической промышленности [1]. Хлорофиллы можно рассмат-

ривать как производные протопорфирина – порфирина с двумя карбоксильными заместителями (свободными или этерифицированными). Так, хлорофилл *a* имеет карбоксиметилловую группу при C₁₀, фитоловый эфир пропионовой кислоты – при C₇. Они имеют характерные спектры поглощения, пригодные для качественного и количественного определения состава пигментов [2, 3]. С помощью тонкослойной хроматографии можно быстро определять хлорофиллы в сырых экстрактах. Особенно богатым растительным источником хлорофиллов и каротиноидов является широко распространенное рудеральное растение – крапива двудомная.

Крапива двудомная издавна используется в медицине, и ее запасы легко вос-

производимы. Комплекс биологически активных веществ (БАВ) в ней оказывает благотворное влияние на состояние эпидермиса кожи головы и волосяных луковиц, применяется в качестве кровоостанавливающего средства [1]. В 2014 году утверждена новая фармакопейная статья (ФС) для включения в ГФ XIII изд. «Крапивы двудомной листья», в которой по аналогии с Европейской Фармакопеей предусмотрено количественное определение гидроксикоричных кислот в пересчете на кислоту хлорогеновую [4]. Дополнительное определение хлорофилла в листьях крапивы было отклонено Фармакопейным комитетом.

Масляные экстракты (МЭ) на основе лекарственного растительного сырья (ЛРС) широко используют в фармации в качестве лекарственных препаратов и биологически активных добавок. Комплекс БАВ МЭ, среди которых важнейшими являются каротиноиды, фосфолипиды, токоферолы, биофлавоноиды, полиненасыщенные жирные кислоты и фитостерин, определяет их биологическую ценность. В настоящее время, согласно нормативной документации (НД), в МЭ фармацевтического назначения не нормируется содержание БАВ. Согласно проекту ОФС «Масла жирные растительные», разработанного для ГФ XIII изд., определению подвергаются различные группы БАВ в соответствии с частными ФС [5]. Для определения соответствия МЭ рекомендуется использовать нормативы СанПин 2.3.2.1078-01 [6] для БАД на основе растительных масел. Физико-химические показатели, а также показатели безопасности применения МЭ (тяжелые металлы, радионуклиды и пестициды), по которым оценивают их качество, недостаточно полно характеризуют их фармакологические свойства и не дают информации о качественном и количественном составе БАВ. МЭ листьев крапивы укрепляет волосяные луковицы, устраняет перхоть, стимулирует рост волос, предупреждает раннюю седину.

В связи с этим целью исследования явилось сравнительное качественное и количественное определение пигментов в листьях и масляном экстракте листьев крапивы двудомной (хлорофиллов и каротиноидов) для нормирования данных показателей и совершенствования существующей НД.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования использовали готовое измельченное сырье, а также МЭ листьев крапивы двудомной отечественных производителей. Извлечения готовили путем нагревания ЛРС с экстрагентом в соотношении 1,5:100 на водяной бане с обратным холодильником в течение 20 мин. Полученные экстракты фильтровали через бумажный фильтр, отбрасывая первые порции фильтрата. Для оценки влияния состава экстрагента на химический состав по-

лучаемого извлечения использовали ацетон и 96% этиловый спирт.

Для исследования спектральных характеристик МЭ применяли метод дифференциальной спектрофотометрии. Электронные спектры поглощения изучаемого МЭ в различных растворителях сняты на спектрофотометре по отношению к раствору рафинированного подсолнечного масла в соответствующем растворителе. Выбор раствора сравнения обусловлен технологическими особенностями производства МЭ. В работе использовали растворители марки х.ч. с различными значениями полярности (от 0 до 5,4 ед.).

Количественное содержание каротиноидов и хлорофиллов в исследуемых объектах определяли методом спектрофотометрии в видимой области (СФ-2000-01, Россия, ОКБ «Спектр»).

Сравнительное исследование качественного пигментного состава изучаемых объектов проводили методом хроматографии в тонком слое сорбента на пластинках марки Sorbfil (ПТСХ-АФ-А и ПТСХ-П-В, Россия) размером 10×10 и 10×15 см.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Спектр поглощения изучаемого ЛРС в различных растворителях показал наличие максимумов, характерных для хлорофилловых и каротиноидных соединений, что экспериментально подтверждает присутствие данных пигментов в изучаемом объекте (рисунок 1). Как видно из рисунка 1, при использовании ацетона в качестве экстрагента наблюдается большее выделение изучаемых пигментов, особенно каротиноидов. Поэтому для дальнейших исследований был выбран данный растворитель для получения вытяжек из ЛРС.

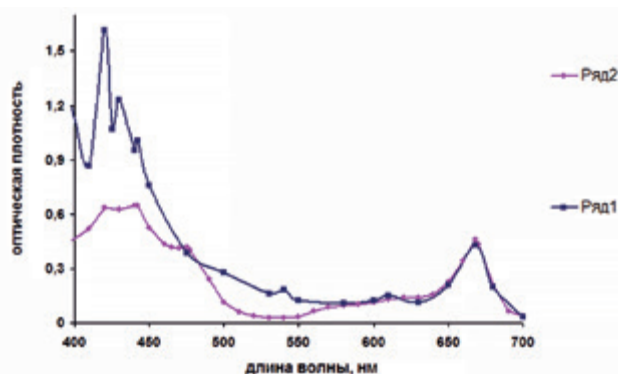


Рисунок 1. Вид спектра поглощения извлечений из листьев крапивы в различных растворителях в видимой области: 1 – ацетон; 2 – 96% этанол

В результате выявлены характеристические полосы поглощения МЭ в различных растворителях, обусловленные присутствием в нем различных групп

БАВ (таблица 1). На рисунке 2 приведен вид дифференциальных спектров поглощения МЭ листьев крапивы двудомной в различных растворителях в диапазоне длин волн 300–770 нм.

Таблица 1.

Спектральные характеристики МЭ листьев крапивы двудомной в различных растворителях

МЭ	Величина $\lambda(\text{max})$ в различных растворителях				
	гексан	н-бутанол	этил-ацетат	хлороформ	ацетон
МЭ листьев крапивы	317	308	–	314	310
	–	–	320	320	–
	420	422	420	422	420
	440–455	442–456	444–456	452	442–454
	480	472–486	–	478–490	474–480
	539	542	539	542	540
	611	615	–	612	–
	672	671	–	671	669

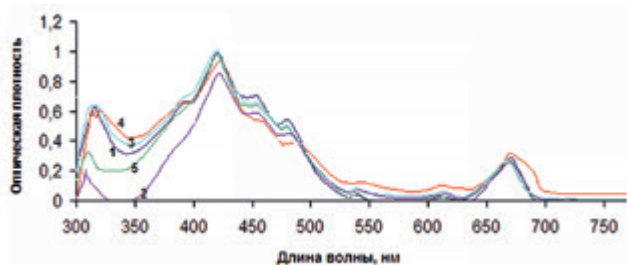


Рисунок 2. Дифференциальные спектры поглощения МЭ листьев крапивы в различных растворителях (1 – гексан; 2 – н-бутанол; 3 – этилацетат; 4 – хлороформ; 5 – ацетон)

Выявленные полосы поглощения могут соответствовать следующим группам БАВ: 320–360 нм – фенольные соединения; максимумы 420, 440–456, 472–490 нм близки к спектрам каротиноидов и жирных кислот; полосы в диапазоне 539–542 нм характерны для антоцианов; 653–672 нм – для хлорофилловых соединений [1].

Важнейшая особенность спектра поглощения хлорофилла *a* и *b* – наличие у них двух ярко выраженных максимумов: в красной – соответственно при 660 и 640 нм и в сине-фиолетовой областях спектра – при

420 и 450 нм [2, 3]. Максимальное поглощение в красной области спектра при 660 и 640 нм объясняется наличием конъюгированной системы двойных и одинарных связей замкнутой тетрапиррольной структуры. Основная циклическая система сопряженных двойных связей, образующая делокализованную π -орбиталь, имеет ряд дополнительных сопряжений (винильная группа в 1-м ядре, вторая полуизолированная связь во 2-м ядре, карбонильная группа в 5-м кольце). В результате возникает сложно разветвленная конъюгированная система, которая и обеспечивает наибольший максимум в этой области [3]. Вторым максимумом при 420 и 450 нм объясняется центральным атомом магния, включенным в тетрапиррольную структуру. Влияние магния осуществляется через атомы азота пиррольных ядер. Спектральные характеристики БАВ связаны с влиянием растворителей [3, 7]. В растворах за счет межмолекулярных взаимодействий происходит изменение в состоянии электронов молекул. Это приводит к смещению полос поглощения в различных растворителях. Установлено, что с увеличением полярности растворителя происходит bathochromic сдвиг полосы поглощения, обусловленной присутствием каротиноидов (таблица 1), а также hyperchromic сдвиг полосы, характерной для хлорофилловых соединений. Об ассоциации производных хлорофилла в МЭ до олигомеров свидетельствует смещение характеристической полосы (667 нм) в длинноволновую область (670–672 нм) спектра (таблица 1). Характер спектра указывает на образование олигомера как линейной, так и «сэндвичевой» структур и, видимо, представляет собой смесь этих и промежуточных форм связи между молекулами олигомера. Образование олигомеров, по-видимому, происходит за счет сложноэфирной группировки хлорофилла [3, 7].

Спектры поглощения изучаемого ЛРС и полученного на его основе МЭ в различных растворителях показали наличие максимумов, характерных для хлорофилловых и каротиноидных соединений, что экспериментально доказывает присутствие данных пигментов. По полученным данным рассчитывали их количественное содержание в исследуемых образцах по уравнению Хольма – Ветштейна [1, 2, 8, 9]. Результаты представлены в таблице 2.

В сырье крапивы двудомной в сумме хлорофиллов превалирует хлорофилл *a*, в то время как в МЭ содержание данных хлорофиллов находится примерно в одинаковом соотношении (таблица 2), что может быть связано с особенностями экстракции данных пигментов липофильными растворителями.

В целом содержание изучаемых БАВ в МЭ на два порядка ниже по сравнению с ЛРС. МЭ (медицинские масла) – это извлечения из ЛРС, приготовленные с использованием растительных или минеральных масел. Неэффективность масляной экстракции объясняет

Таблица 2.

Результаты определения содержания пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) в исследуемых объектах

№ п/п	Исследуемый объект	Содержание пигментов в исследуемых объектах, мг/г		
		Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Сумма каротиноидов и ксантофиллов
1	МЭ листьев крапивы	0,0137±0,0027	0,0130±0,0025	0,0599±0,0003
2	Листья крапивы двудомной (в пересчете на воздушно-сухое сырье)	2,7138±0,0687	1,0072±0,0563	5,0960±0,0374

длительность и многоступенчатость процедуры. Так, например, из мякоти облепихи (при влажности 14%) достаточно полно извлекаются жирорастворимые витамины и каротиноиды только после 4-кратной экстракции при 55–60 °С [10, 11].

Для сравнительного исследования качественного пигментного состава исследуемых объектов на следующем этапе работы проводили хроматографическое разделение изучаемых БАВ в тонком слое сорбента. На стартовую линию хроматографических пластин марки Sorbfil наносили ацетоновое извлечение из ЛРС, полученное как описано выше, в количестве 40 мкл. МЭ растворяли в ацетоне в соотношении 1:1 и наносили на сорбент в количестве 20 мкл. В работе использовали различные пластины для ТСХ (таблица 3).

Таблица 3.

Характеристика хроматографических пластин, использованных для разделения пигментов изучаемых объектов

№ п/п	Характеристика пластины	Тип пластины	
		ПТСХ-АФ-А	ПТСХ-П-В
1	Тип сорбента	Силикагель СТХ-1А	Силикагель СТХ-1ВЭ
2	Зернение, мкм	5-17	8-12
3	Толщина слоя, мкм	90-120	100
4	Связующее	Силиказоль	
5	Подложка	Алюминиевая фольга	ПЭТФ
6	Размер пластин, см	10×15	

Хроматографирование осуществляли в системе петролейный эфир – этанол (16:1), обоснование выбора которой для разделения пигментов листьев кра-

пивы двудомной проведено ранее авторами в работе [12]. Тип пластин также может оказать существенное влияние на качество разделения зон БАВ на хроматограммах. Поэтому в работе проведена сравнительная характеристика различных пластин для ТСХ с целью выбора наиболее эффективных.

Эффективность хроматографического процесса определяется величиной *N* (число теоретических тарелок). Высота слоя, на котором обеспечивается хроматографическое разделение, разбивается на теоретические разделяющие тарелки. Эффективность сорбента тем выше, чем уже получается зона при том же значении величины относительной скорости перемещения вещества (*R_f*). Чем выше эффективность, тем больше *N*, тем меньше размывание зоны на хроматограмме и лучше разделение. На хроматограммах также рассчитывают высоту, эквивалентную теоретической тарелке (ВЭТТ), и приведенную высоту, эквивалентную теоретической тарелке (ПВЭТТ). На основании данных параметров возможно провести сравнение эффективности различных сорбентов. Величина ПВЭТТ позволяет для двух любых пластин оценить качество сорбента независимо от длины пластины, зернения сорбента и его природы [13].

Селективность сорбции (*L*) определяется отношением коэффициентов распределения двух веществ (*K₁/K₂*). Величина *K*, называемая коэффициентом распределения, определяется отношением количества растворенного вещества, находящегося в неподвижной фазе, к количеству этого же вещества в подвижной фазе в состоянии равновесия. Многокомпонентная смесь может быть хроматографически разделена на компоненты только в том случае, когда значения *K* в выбранной системе (для этих компонентов) различаются. Чем выше *K*, тем больше время пребывания растворенного вещества в неподвижной фазе. Следовательно, разделение обеспечивается благодаря тому, что при элюировании вещество с меньшим *K* оказывается в подвижной фазе в течение большего периода времени. В результате это вещество переносится дальше, чем вещество с большим *K*.

Для каждого анализируемого типа пластин (таблица 4) на хроматограммах (рисунок 3) после разделения были рассчитаны величины R_f ; ВЭТТ; ПВЭТТ и N [13]. Результаты расчета параметров хроматографического разделения пигментов листьев крапивы двудомной на двух типах пластин для ТСХ представлены в таблице 4.



Рисунок 3. Вид хроматограммы извлечения из листьев крапивы двудомной (40 мкл) при просмотре в видимом свете (тип пластины ПТСХ-АФ-А)

В использованной элюирующей системе наблюдается удовлетворительное разделение хроматографических зон изучаемых пигментов, так как значение селективности сорбции больше единицы (таблица 4). Чем больше величина L, тем лучше будет разделение, так как зоны компонентов располагаются друг от друга на большом расстоянии [13]. Однако показатели эффективности хроматографического разделения пигментов в тонком слое достигают больших значений при использовании пластин типа ПТСХ-П-В (таблица 4).

Следует отметить, что при однократном элюировании даже при высоте пробега растворителя более 13 см разделение зон изучаемых БАВ на хроматограммах нельзя считать полным ввиду богатого состава пигментов в листьях крапивы двудомной. Одна хроматографическая зона может содержать несколько веществ со сходными параметрами удерживания в данных условиях проведения ТСХ-анализа. Проведение двумерного хроматографирования позволило решить данную проблему (рисунок 4). В отличие от одномерной двумерная ТСХ сопоставима с колоночной хроматографией по разрешающей способности [13]. На основании ранее полученных результатов для проведения двумерного хроматографирования исследуемых пигментов в ЛРС и МЭ использовали пластины марки Sorbfil ПТСХ-П-В размером 10×10 см. Наилучшее разделение и качество хроматографических зон было

Таблица 4.

Параметры хроматографического разделения пигментов листьев крапивы двудомной на двух типах пластин для ТСХ

№ зоны	R_f	N	ВЭТТ, мкм	ПВЭТТ	K	L	Окраска в видимом свете
ПТСХ-АФ-А							
1	0,025	40,00	3,00	272,72	39,00	–	Серо-зеленая
2	0,092	82,76	1,45	131,82	9,87	3,95	Желтая
3	0,150	134,83	0,89	80,81	5,67	1,74	Оранжево-желтая
4	0,210	333,33	0,36	32,72	3,77	1,50	Оранжево-желтая
5	0,260	413,79	0,29	26,39	2,85	1,32	Светло-зеленая
6	0,360	324,32	0,37	33,83	1,78	1,60	Желтая
7	0,410	235,29	0,51	46,38	1,44	1,24	Светло-зеленая
8	0,450	131,87	0,91	82,49	1,22	1,18	Светло-зеленая
9	0,575	169,01	0,71	64,56	0,74	1,65	Ярко-зеленая
10	0,640	255,32	0,47	42,50	0,56	1,32	Светло-зеленая
11	0,720	285,71	0,42	38,05	0,39	1,44	Зеленая
12	0,770	307,69	0,39	35,57	0,30	1,30	Темно-зеленая
13	0,880	157,89	0,76	69,47	0,13	2,31	Серо-зеленая
14	0,940	69,36	1,73	157,68	0,06	2,17	Зеленова-то-серая
15	0,980	55,30	2,17	197,23	0,02	3,00	Оранжевая
ПТСХ-П-В							
1	0,010	8,31	16,00	1600	124,06	–	Серо-зеленая
2	0,030	33,25	4,00	400	32,33	3,84	Желтая
3	0,075	53,20	2,50	250	12,33	2,62	Оранжево-желтая
4	0,120	85,26	1,56	156	7,33	1,68	Оранжево-желтая
5	0,160	175,00	0,76	76	5,26	1,39	Светло-зеленая
6	0,190	207,81	0,64	64	4,27	1,23	Желтая
7	0,290	207,81	0,64	64	2,44	1,75	Светло-зеленая
8	0,380	271,43	0,49	49	1,62	1,51	Светло-зеленая
9	0,420	458,62	0,29	29	1,38	1,17	Ярко-зеленая
10	0,490	532,00	0,25	25	1,04	1,33	Светло-зеленая
11	0,570	403,03	0,33	33	0,75	1,39	Зеленая
12	0,600	424,92	0,31	31	0,66	1,14	Темно-зеленая
13	0,800	143,01	0,93	93	0,24	2,75	Серо-зеленая
14	0,88	633,33	0,21	21	0,14	1,71	Зеленова-то-серая
15	0,98	103,10	1,29	129	0,02	7,00	Оранжевая

Таблица 5.

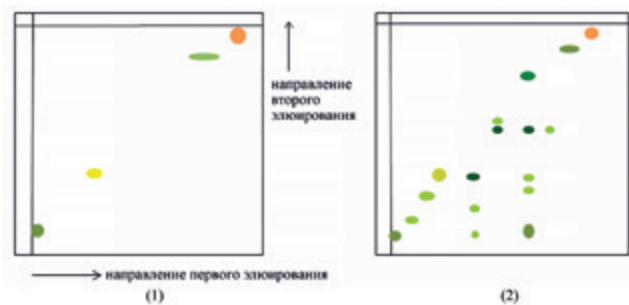


Рисунок 4. Вид двумерных хроматограмм МЭ (1) и извлечения из листьев крапивы двудомной (2) при просмотре в видимом свете (тип пластины ПТСХ-П-В)

достигнуто при элюировании в системе петролейный эфир – этанол (16:1) в двух направлениях. Вид двумерных хроматограмм МЭ и извлечения из листьев крапивы двудомной представлен на рисунке 4.

На хроматограммах с извлечением из листьев крапивы двудомной обнаружено 17 зон каротиноидов и хлорофиллов, идентифицированных по характерному окрашиванию в видимом свете. На хроматограммах МЭ листьев крапивы двудомной проявлялись 4 зоны (по две каротиноидной и хлорофилловой природы), являющиеся характерными и для ЛРС (таблица 5). В случае двумерного хроматографирования величина R_f для разделяемых веществ в качестве критерия подлинности в литературе, как правило, не приводится. Возможно, это связано со значительным увеличением ошибки расчета данного параметра. В последнее время для ЛРС, извлечения из которого содержат целый комплекс БАВ различной природы, для идентификации и оценки качества рекомендуют использовать метод «отпечатков пальцев» на хроматограммах или хроматографический профиль [14]. При двумерном хроматографировании целесообразнее для оценки расположения зон на хроматограммах использовать их координаты, в качестве которых могут рассматриваться известные в ТСХ величины (Z_0 – расстояние от линии погружения до стартовой линии, мм; Z_f – путь, пройденный фронтом растворителя, мм; Z_x – длина пути, пройденного пятном, мм). Характеристика хроматографических профилей пигментов ЛРС и МЭ крапивы двудомной представлена в таблице 5.

Полученные виды двумерных хроматограмм пигментов ЛРС и МЭ крапивы двудомной (рисунок 4) могут служить дополнительным критерием качества и подлинности, так как любые отступления от технологического регламента при заготовке, сушке и хранении сырья, извлечении экстракта сказываются на хроматографическом профиле. Кроме того, каждый вид ЛРС характеризуется своим уникальным набором каротиноидов и хлорофиллов.

Характеристика хроматографических профилей пигментов ЛРС и МЭ крапивы двудомной (при $Z_{01}=Z_{02}=5$ мм и $Z_{f1}=92$ мм; $Z_{f2}=85$ мм)

№ зоны	$Z_{x_1} \pm 2$, мм	$Z_{x_2} \pm 2$, мм	Окраска зоны в видимом свете	Вид пигмента
Листья крапивы двудомной				
1	87	76	Желто-оранжевая	β -каротин
2	77	66	Зеленовато-серая	хлорофилл
3	68	27	Зеленая	хлорофилл
4	55	42	Серо-зеленая	хлорофилл
5	55	27	Ярко-зеленая	хлорофилл
6	55	17	Зеленая	хлорофилл
7	55	13	Зеленая	хлорофилл
8	55	1	Зеленая	хлорофилл
9	40	32	Желтая	ксантофилл
10	40	30	Зеленая	хлорофилл
11	32	17	Светло-зеленая	хлорофилл
12	32	8	Желтая	ксантофилл
13	32	1	Желтая	ксантофилл
14	24	17	Желтая	ксантофилл
15	15	10	Желтая	ксантофилл
16	5	4	Желтая	ксантофилл
17	2	1	Серо-зеленая	хлорофилл
МЭ листьев крапивы двудомной				
1	88	77	Желто-оранжевая	β -каротин
2	74	68	Зеленовато-серая	хлорофилл
3	25	19	Желтая	ксантофилл
4	2	1	Серо-зеленая	хлорофилл

Z_{x_1} – длина пути, пройденного пятном в направлении первого элюирования, мм; Z_{x_2} – длина пути, пройденного пятном в направлении второго элюирования, мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в работе исследованы спектральные характеристики ЛРС и МЭ листьев крапивы двудомной в различных растворителях в широком диапазоне полярностей от 0 до 5,4 ед. Выявлены характеристические полосы поглощения, обусловленные присутствием изучаемых пигментов. Методом спектрофотометрии в видимой области определено содержание каротиноидов и хлорофиллов в листьях крапивы двудомной и полученном на их основе МЭ. Содержание изучаемых БАВ в МЭ на два порядка ниже по сравнению с ЛРС, что может быть связано с особенностями экстракции данных пигментов жирными растительными маслами. С позиций теоретических основ ТСХ проведен выбор наилучшего типа пластин для разделения пигментов ЛРС и МЭ крапивы двудомной. Рассчитаны параметры, характеризующие эффективность процесса хроматографирования в тонком слое. Методом двумерной ТСХ проведено разделение БАВ изучаемого ЛРС и МЭ, полученного на его основе. Выявлены общие характеристические зоны, присутствующие как на хроматограммах ЛРС, так и на хроматограммах МЭ. Установлено, что лишь незначительная часть хлорофиллов и каротиноидов экстрагируется жирным маслом, что согласуется с данными количественного определения. Хроматографический профиль пигментов каждого вида сырья и МЭ, полученного на его основе, имеет индивидуальный вид, что можно использовать в целях их стандартизации, используя метод «отпечатков пальцев» БАВ на хроматограммах.

ЛИТЕРАТУРА

1. О.В. Тринеева, А.И. Сливкин, С.С. Воропаева. Определение каротиноидов и хлорофиллов в листьях крапивы двудомной // *Материалы 5-й Всероссийской с международным участием научно-методической конференции «Фармобразование-2013»*. Ч. II. – Воронеж. 2013. С. 549–552.
2. А.А. Землянухин, Л.А. Землянухин. *Большой практикум по физиологии и биохимии растений: Учеб. пособие*. – Воронеж: ВГУ, 1996. 188 с.
3. В.И. Антонов, В.И. Ягодин. Спектральные характеристики препаратов хлорофилла из еловой древесной зелени // *Химия раст. сырья*. 2006. № 2. С. 47–49.
4. Крапивы двудомной листья: ФС для ГФ XIII издания. URL: <http://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/11/materialy-po-deyatelnosti-deparatamenta/stranitsa-856/spisok-obschih-farmakopeynyh-statey> (дата обращения 11.10.2015).
5. Масла жирные растительные: ФС для ГФ XIII издания. URL: <http://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/11/materialy-po-deyatelnosti-deparatamenta/stranitsa-856/spisok-obschih-farmakopeynyh-statey> (дата обращения 11.10.2015).
6. СанПин 2.3.2. 1078-01 от 14.11.01/22.03.02. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов (с изменениями и дополнениями 1-14). Разделы «Общие положения», «1.7.2. Масло растительное (все виды)», «1.10. Биологически активные добавки к пище», «1.10.7. БАД на растительной основе, в.ч. цветочная пыльца», «1.10.2. БАД на основе преимущественно липидов животного и растительного происхождения». 2009.
7. О.В. Чечета, Е.Ф. Сафонова, С.В. Снопов, А.И. Сливкин. Исследование спектральных характеристик растительных масел и масляных экстрактов, применяемых в фармации // *Материалы Всероссийской с международным участием научно-методической конференции «Фармобразование-2010»*. Ч. II. – Воронеж. 2010. С. 403–406.
8. О.Г. Струсовская. Определение пигментного состава *Cochlearia officinalis*, произрастающей на островах соловецкого архипелага // *Материалы V международной конференции «Фармация и общественное здоровье»*. – Екатеринбург. 2012. С. 184–187.
9. А.В. Белякова, В.А. Вайнштейн, К.В. Маркова и др. Применение синтетических эфиров высших жирных кислот для экстрагирования листьев крапивы // *Хим.-фарм. журнал*. 2005. Т. 39. № 11. С. 35–39.
10. О.В. Рыбакова, Е.Ф. Сафонова, А.И. Сливкин, Г.А. Оголь. Определение суммы каротиноидов в растительных маслах и масляных экстрактах // *Материалы 3-й Всероссийской научно-методической конференции «Фармобразование-2007»*. Ч. 1. – Воронеж. 2007. С. 306–308.
11. О.В. Тринеева, Е.Ф. Сафонова. Сравнительная характеристика растительных масел и масляных экстрактов, применяемых в фармации // *Химия растительного сырья*. № 4. 2013. С. 77–82.
12. О.В. Тринеева, С.С. Воропаева, А.И. Сливкин. Выбор оптимальной системы для определения пигментов листьев крапивы двудомной методом ТСХ // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2013. Вып. 2. С. 213–219.
13. Ф. Гейсс. *Основы тонкослойной хроматографии*. – М.: Мир, 1999. 405 с.
14. О.В. Чечета, Е.Ф. Сафонова, А.И. Сливкин. Идентификация растительных масел и масляных экстрактов методом ТСХ // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2008. Вып. 4. С. 646–653.